

М. Н. ШКАБАРА

К ВОПРОСУ О ПРЕВРАЩЕНИЯХ В ЦЕОЛИТАХ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 2 II 1948)

В руководствах по минералогии⁽³⁾ и в обзорных статьях по цеолитам указывается, что на земной поверхности изменение цеолитов связано с выделением или поглощением воды, физическим и, наконец, типично химическим выветриванием. Акад. В. И. Вернадский⁽³⁾ и ряд других минералогов считают, по аналогии с полевыми шпатами, что цеолиты при выветривании (химическом изменении) в конечном счете, через ряд промежуточных соединений, переходят в алюмокремниевые гидраты каолинового строения, причем более устойчивыми к выветриванию будут бедные водой и чисто натриевые или чисто кальциевые цеолиты.

Не затрагивая вопроса поглощения и выделения воды в процессе выветривания цеолитов, мы остановимся на некоторых моментах их химического изменения.

При изучении цеолитов из различных районов СССР мы не обнаружили каолинизации цеолитов, обычно встречаемой в измененных полевых шпатах; наоборот, в более или менее разрушенных цеолитах мы встречали хлориты, пренит, монтмориллонит, и во всех случаях в измененных частях цеолитов встречаются изотропные минералы (цеолитоиды).

Наиболее ярким примером изменения цеолитов может служить Курсебское месторождение на Кавказе. Цеолиты в тешенитах Курсеби встречаются не только в многочисленных миндалинах, жеодах и мелких трещинах, но одновременно являются порообразующими. Согласно данным акад. Д. С. Белянкина⁽¹⁾, в тешенитах встречается томсонит, анальцит и натролит. В миндалинах и жеодах, кроме указанных цеолитов, встречается сколецит, ломонтит, шабазит и изотропный цеолит (цеолитоид?) — продукт изменения томсонита — курсебскит.

Благодаря наличию карьеров в данном месторождении нам удалось обнаружить жеоды и с совершенно свежими и с измененными цеолитами. Парагенезис, не учитывая вторичных минералов, как в свежих, так и в подавленных разрушению жеодах одинаковый, а именно: 1) альбит в виде хорошо образованных кристаллов; 2) анальцит, сплошь покрытый темнозеленой корочкой хлорита; 3) томсонит в виде радиально-лучистых скоплений; 4) изредка сколецит.

Свежие цеолиты — прозрачные, со стекляннм или перламутровым блеском, тогда как измененные — молочно-белого цвета, матовые и окрашены в большинстве случаев окислами железа в буровато-коричневый цвет.

Учитывая идентичность в парагенезисе и форме выделения цеолитов в свежих и выветрелых жеодах, а также их месторождение (пер-

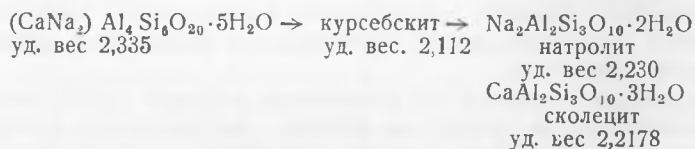
вые — в глубоких частях карьера, вторые — на поверхности), можно предполагать изменение выветрелых жеод на земной поверхности.

Основная масса цеолитов здесь представлена томсонитом (двуосный +; удлинение \pm ; $N_g = 1,535 \pm 0,003$; $N_m = 1,525 \pm 0,003$; $N_p = 1,523 \pm 0,003$). Томсонит, судя по показателям преломления, как в жеодах, так и в породе одного и того же химического состава. В жеодах томсонит — в виде радиально-лучистых скоплений, которые заканчиваются хорошо образованными кристаллами, размеры которых по x 0,1—0,2 мм; по y 4—5 мм и по z 5—8 мм.

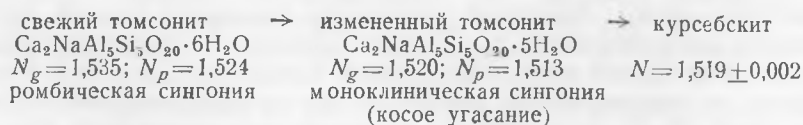
Кристаллы анальцима в виде трапецеэдров (211) всегда половинчатые и сидят на породе или облекают мелкие кристаллики альбита. В свежих жеодах анальцим изотропный ($N = 1,488$), в разрушенных — с агрегатной поляризацией или с двойниковой решеткой, двуосный \pm , $N_g = 1,487$, $N_p = 1,482$; в отдельных участках хлоритизирован.

Альбит нами обнаружен только в выветрелых жеодах; кристаллы его вытянуты по оси z и имеют широко развитые плоскости M (альбитовый тип) с простыми формами: T ($\bar{1}10$), c (110), p (001), M (010), o (111). Нередко встречаются X-образные двойники, соединенные плоскостями M . Под микроскопом в кристаллах альбита изредка обнаруживается полисинтетическое двойникование (двуосный +; $N_g = 1,536$, $N_p = 1,525$). Кристаллы альбита каолинизированы, изредка в них встречается хлорит.

В разрушенных жеодах наблюдается изменение томсонита с переходом в сколецит, ломонтит, натролит и изотропный цеолит (цеолитоид) курсебскит, причем изменение идет сперва в курсебскит, последний же превращается в сколецит или ломонтит и натролит. Такое превращение можно выразить следующей формулой:



Одновременно со степенью изменения томсонита меняются и показатели преломления:



Интересно также отметить, что вновь образованные цеолиты — более низкой симметрии, чем неизменный томсонит: курсебскит — изотропный (сингония?), сколецит и ломонтит — моноклинный, и натролит, согласно данным Гея и Банистера (6), — моноклинной сингонии. Понижение симметрии как при выветривании (с изменением содержания воды), так и при изоморфном замещении катионов в цеолитах нами наблюдалось и в других минералах.

В разрушенных жеодах встречается курсебскит, имеющий текстуру томсонита. Измененные радиально-лучистые агрегаты томсонита состоят в основном из курсебскита, но в средних частях таких скоплений наблюдаются остатки (в виде островков) неизмененного томсонита. На периферии (к центру жеод) курсебскит замещается сколецитом или ломонтитом и натролитом, последний выделяется также в виде свободных мельчайших кристаллов, на которых легко различить простые формулы (110) и (111). В свою очередь вновь образованные цеолиты переходят в изотропные минералы — цеолитоиды.

Описанные проф. Томсоном минералы гаррингтонит и сколерит из коллекции Антрима (Колорадо) как разновидности томсонита являются в действительности измененным томсонитом. Согласно оптическим исследованиям Лякруа, гаррингтонит состоит из изотропного вещества и небольшого количества натролитовых кристаллов, а сколерит является смесью томсонита с более или менее изотропным веществом. Данные Лякруа подтверждены Геем⁽⁶⁾. Гей приводит показатели преломления: для томсонита 1,513 (приблизительно), для изотропного вещества 1,485. Изотропное вещество Гей склонен считать глиной или аллофаном.

Измененный томсонит из Цхара-Цхаро (Кавказ), описанный К. Д. Глинкой⁽⁴⁾ как „мякина“, так же как гаррингтонит и сколерит, представляет смесь томсонита, курсебскита (и других цеолитоидов), мельчайших кристаллов натролита и, повидимому, ломонтита.

Ввиду сравнительно большой разницы в удельных весах томсонита и курсебскита мы попытались выделить курсебскит для химического анализа при помощи жидкости Тулэ, но так как материал должен быть мелкоистертым, произвести разделение быстро не удалось. Разделение тянулось в течение 2 дней, и за это время произошла замена катионов как в томсоните, так и в курсебските с образованием калиевого цеолита, отличающегося от исследуемых минералов показателями преломления и силой двойного лучепреломления. Вновь образованный минерал: двусосный —; удлинение \pm ; $N_g = 1,489$; $N_m = 1,482$; $N_p = 1,480$.

На основании изложенных данных без сомнения можно говорить, что томсонит в результате выветривания переходит в томсонит с меньшим количеством воды, позже в курсебскит с образованием новых, чисто натриевых или чисто кальциевых цеолитов — натролита и сколецита или ломонтита. Однако такая идеальная форма перехода во многих случаях при наличии в растворе катионов Mg и Fe нарушается, и идет образование более устойчивых соединений монтмориллонита и хлоритов, причем хлоритизация, повидимому, может происходить одновременно с пренитизацией цеолитов. Так например, в более измененных жеодах нами наблюдалась пренитизация и частично хлоритизация цеолитов, в большей степени томсонита и курсебскита и в меньшей мере натролита и ломонтита. Пренитизируется и альбит. Многие кристаллы альбита с сохранением кристаллического облика полностью перешли в пренит. Наряду с этим мы наблюдаем замещение цеолитов хлоритами. Обыкновенно как пренитизация, так и хлоритизация идут от центра к периферии. В некоторых образцах наблюдаются только концы радиально-пластинчатых скоплений томсонита, не замещенных хлоритом или пренитом. Интересно отметить, что в кристаллах альбита, сидящих в жеоде рядом с томсонитом и в одинаковой степени пренитизированных, наблюдается явная каолинизация и изредка хлоритизация, тогда как кристаллы томсонита частично, а в некоторых случаях полностью хлоритизированы, но не каолинизированы. Хлорит, замещающий цеолиты, отличается от хлорита самостоятельного, облекающего кристаллы анальцима. Первый — зеленого цвета ($N_g = 1,649$, $N_p = 1,645$, с плеохроизмом: по N_g — оливково-зеленый, по N_p — светложелтый), а второй — темнозеленого цвета ($N_m = 1,656$).

Согласно изложенному установившееся мнение, что пренит переходит в цеолиты, сомнительно. Не наблюдалось подобного явления и в других месторождениях цеолитов, тогда как переход цеолитов в пренит встречается часто. Нет также основания думать, что пренит образуется только гидротермальным путем (при высоких температурах); повидимому, его образование идет также при низких температурах, а может быть, и на дневной поверхности; то же можно сказать и об образовании хлоритов. Нами неоднократно наблюдалось замещение хлоритами цеолитов (главным образом Са-содержащих). Хлоритизация

карадагского гейландита, содержащего по трещинам окислы железа, наблюдается во всех просмотренных нами образцах.

Не имея достаточно данных, мы не можем утверждать, что цеолиты во всех случаях при химическом выветривании не переходят в каолин, но на основании изложенного материала можно уже теперь утверждать, что не во всех случаях цеолиты как конечный продукт дают гидраты каолинового строения. Из фактического материала в настоящее время намечаются следующие выводы:

1. В процессе изменения более сложные цеолиты, т. е. содержащие Са, Na и К, переходят в цеолиты чисто Na или чисто Са.

2. Благодаря подвижности катионов в цеолитах при наличии в растворе Mg и Fe идет усложнение молекулы цеолитов с переходом последних в хлорит, пренит и монгмориллонит.

3. Каолинизация цеолитов если и происходит, то не является обычной, как для полевых шпатов.

4. Наличие Mg и Fe в цеолитах объясняется присутствием мельчайших включений хлоритов и других минералов.

5. Образование пренита может происходить и при низких температурах, причем в этих условиях цеолиты переходят в пренит.

6. В процессе химического превращения идет изменение цеолитов с перестройкой их структуры, что ведет к понижению симметрии.

Поступило
26 XII 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. С. Белянкин, Изв. СПб Политехн. ин-та, 17 (1912). ² Д. С. Белянкин и В. П. Петров, Петрография Грузии, изд. АН ССР, 1945. ³ В. И. Вернадский и С. М. Курбатов, Земные силикаты и алюмосиликаты и их аналоги, Л.—М., 1937. ⁴ К. Д. Глинка, Тр. СПб об-ва естеств., отд. геол. мин., 31, в. 5 (1906). ⁵ Н. Н. Смирнов, Сб. Мин. ин-та Моск. ун-та 1923 г., 1924. ⁶ M. H. Heu, Min. Mag., 23, No. 137 (1932).